



**TEACHING INSTRUCTIONAL DESIGN (BRP)
COURSE
HEALTH PHYSICS AND RADIATION PROTECTION**

by

LUKMANDA EVAN LUBIS, M.Si.

**Undergraduate Program in Physics
Universitas Indonesia
Depok, September 2020**



UNIVERSITAS INDONESIA
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
UNDERGRADUATE PROGRAM IN PHYSICS

TEACHING INSTRUCTIONAL DESIGN

COURSE NAME	Health Physics and Radiation Protection	CREDIT(S)	Prerequisite course(s)	Requisite for course(s)	Integration Between Other Courses
CODE	SCPH603719	2	Introduction to Nuclear Physics		
Rumpun MK					
Semester	6				
Lecturer(s)	Lukmanda Evan Lubis, M.Si.				
Course Description	Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, mahasiswa semester 6 mampu menerapkan prinsip proteksi radiasi pada pemanfaatan radiasi pengion dan non-pengion dalam pelayanan kesehatan sesuai standar profesi fisikawan medik. Pembelajaran akan dilaksanakan dengan metode case-based learning dan small group discussion dengan diskusi berkelompok dan presentasi. Bahasa yang digunakan dalam pembelajaran adalah Bahasa Indonesia.				
Tautan Kelas Daring	https://emas.ui.ac.id/course/view.php?id=2889				

CPL-PRODI yang dibebankan pada MK

CPL-1	Menerapkan konsep-konsep salah satu bidang Fisika atau Fisika terapan berikut: <ol style="list-style-type: none"> 1. Fisika Nuklir & Partikel Teoretis 2. Fisika Material 3. Fisika Materi Terkondensasi 4. Sistem & Instrumentasi Fisika 5. Fisika Medis & Biofisika
CPL-2	Memformulasikan permasalahan dan penyelesaian Fisika dan terapannya, serta permasalahan interdisiplin ilmu yang terkait dalam rumpun sains dan matematika secara kritis, kreatif, dan inovatif.
CPL-3	Mempraktekan sikap dan ketrampilan yang menunjang kesuksesan dalam bekerja dan dalam berpartisipasi di kegiatan bermasyarakat.
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	
CPMK-1	Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, mahasiswa semester 6 mampu menerapkan prinsip proteksi radiasi pada pemanfaatan radiasi pengion dan non-pengion dalam pelayanan kesehatan sesuai standar profesi fisikawan medik. (C3)
Sub-CPMK	
Sub- CPMK 1	Mahasiswa mampu menjelaskan pemanfaatan radiasi pengion dan non-pengion dalam pelayanan kesehatan beserta regulasinya. (C2)
Sub- CPMK 2	Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C2)
Sub- CPMK 3	Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proteksi terhadap radiasi non-pengion dalam pelayanan kesehatan. (C2)
Sub- CPMK 4	Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)
Sub- CPMK 5	Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi non-pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)

<p>Bahan Kajian: Materi pembelajaran</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pendahuluan dan Perspektif Historis (Penemuan dan penerapan awal radiasi pengion, Observasi cedera akibat radiasi, Praktik proteksi radiasi yang disarankan inisiatif proteksi radiasi pra-regulasi). 2. Dosimetri Operasional (Unit, Kerma dan dosis serap, Dosis ekuivalen, Rekomendasi ICRU terbaru dalam faktor kualitas neutron). 3. Instrumentasi Deteksi Radiasi (Ionometri termasuk proportional counter dan Geiger-Mueller, detektor skintilasi dan perangkat TLD, instrumentasi dosis ekuivalen). 4. Perisai radiasi (shielding): Sifat dan Desain (Partikel terionisasi langsung, Partikel terionisasi tidak langsung, Parameterisasi build-up, Pengambilan sampel stokastik: Monte Carlo, Akselerator partikel, rekomendasi NCRP (Dewan Nasional tentang Perlindungan dan Pengukuran Radiasi) tentang perhitungan perisai radiasi). 5. Statistik (Interpretasi statistik dari respons instrumen, Desain eksperimen, Analisis kesalahan stokastik dan nonstokastik, Penafsiran hasil eksperimen). 6. Pemantauan Radiasi Personil (Instrumentasi dan teknik, perangkat internal dan aktif, Jangkauan dinamis dan sensitivitas respons, Film, TLD, Lexan, OSL, dan CR-39, bilik ionisasi dan penghitung GM, pekerja hamil dan batas dosis janin). 7. Paparan Internal (ICRP 26, rekomendasi ICRP 2A, dosimetri dosis radiasi internal medis, MIRD), Pemantauan dan kontrol radiasi, uji biologis, Penyebaran di lingkungan kerja, Batas masuknya asupan dan konsentrasi udara (atau air) yang diperbolehkan. 8. Efek Biologis (Biologi radiasi dasar, respons non-stokastik dan stokastik, Basis data eksperimental biologis cedera radiasi, BEIR (Efek Biologis dari Radiasi Pengion) dan UNSCEAR (PBB, Komite Ilmiah tentang Efek Radiasi Atom), 9. Dosis pasien dan janin. 10. Peraturan. 11. Radiasi Nonionisasi.
<p>Daftar Pustaka</p>	<p>Wajib:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ICRP No. 60. 1990 Recommendations of International Commission on Radiological Protection, Elsevier Science, 1990. 2. Herman Cember, Introduction to Health Physics. 2nd ed., Pergamon Press Inc. New York, NY. 1983. 3. RL. Kathren, Radiation Protection, Adam Hilger LTD., Bristol, 1985. 4. D. A. Gollnick. Basic Radiation Protection Technology. 2nd ed., Pacific Radiation Corporation, Altadena, CA, 1993. <p>Tambahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C. J. Martin and D. G. Sutton, Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford: Oxford University Press, 2015 2. EUROPEAN COMMISSION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD

NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, Vienna: IAEA, 2014

3. ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007
4. Undang-Undang No.10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran
5. Peraturan Pemerintah No.33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif
6. Peraturan Pemerintah No.29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion Dan Bahan Nuklir
7. Peraturan Presiden RI No.80 Tahun 1993 tentang Pengesahan Amendment of Article VI of The Statute of The International Atomic Energy Agency
8. D. G. Sutton et al., Radiation Shielding for Diagnostic Radiology, London: The British Institute of Radiology, 2012
9. NCRP, Report No. 147 - Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities, Bethesda: NCRP, 2004
10. NCRP, Report No. 151 - Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities, Bethesda: NCRP, 2005
11. P. H. McGinley, Shielding Techniques for Radiation Oncology Facilities, Madison: Medical Physics Publishing, 2002

RENCANA PEMBELAJARAN

*Mg ke	Sub-CPMK (Kemampuan akhir yang diharapkan)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran) [Rujukan]	Metode pembelajaran [Estimasi Waktu]	Pengalaman Belajar		Indikator Pencapaian sub-CPMK	Bobot Penerapan sub-CPMK pada MK
				Orientasi; Latihan; Umpan Balik			
				Daring	Luring	Indikator Umum; Indikator Khusus	
1	<p>Sub-CPMK 1</p> <p>Mahasiswa mampu menjelaskan pemanfaatan radiasi pengion dan non-pengion dalam pelayanan kesehatan beserta regulasinya. (C2)</p>	<p>Penggunaan radiasi dalam pelayanan kesehatan</p> <p>a) Pengenalan fasilitas radiologi diagnostik dan intervensional</p> <p>b) Pengenalan fasilitas radioterapi</p> <p>c) Pengenalan fasilitas kedokteran nuklir</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur peraturan dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa mendiskusikan hasil rangkuman peraturan dan literatur bersama dosen</p>	<p>Latihan: Mahasiswa membuat rangkuman peraturan (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan lingkup penggunaan radiasi di bidang medis dan aspek regulasi proteksi radiasi</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengklasifikasikan modalitas radiasi medis dan mengurutkan hirarki regulasi proteksi radiasi dari tingkat</p>	7,14%

	<p>Regulasi proteksi radiasi dalam pelayanan kesehatan</p> <p>a) Dasar regulasi internasional dari ICRP (ICRP Report 103)</p> <p>b) Regulasi internasional IAEA (IAEA <i>Basic Safety Series</i>)</p> <p>c) Regulasi nasional Indonesia (UU, Peraturan Presiden, Peraturan Kepala BAPETEN)</p> <p>Rujukan:</p> <ul style="list-style-type: none">• C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 5-6)		melalui MS Teams (20%)		internasional ke lokal	
--	--	--	------------------------	--	------------------------	--

		<ul style="list-style-type: none">• Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, Vienna: IAEA, 2014• ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007• Undang-Undang No.10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran• Peraturan Pemerintah No.33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif					
--	--	--	--	--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • Peraturan Pemerintah No.29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion Dan Bahan Nuklir • Peraturan Presiden RI No.80 Tahun 1993 tentang Pengesahan Amendment of Article VI of The Statute of The International Atomic Energy Agency 					
2	<p>Sub-CPMK 2</p> <p>Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan</p>	<p>Teori dan prinsip proteksi radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan</p> <p>a) Prinsip proteksi radiasi klinis (justifikasi, optimisasi, limitasi)</p> <p>b) Batas dosis dan pembatas dosis</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip proteksi radiasi</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengklasifikasikan prinsip proteksi radiasi dan</p>	7,14%

	kesehatan. (C2)	<p>c) Prinsip ALARA (<i>As Low As Reasonably Achievable</i>)</p> <p>d) Tinjauan risiko radiasi</p> <p>Program proteksi radiasi operasional</p> <p>a) Penentuan area terdampak radiasi</p> <p>b) Klasifikasi staf dan publik dalam pelayanan klinis</p> <p>Rujukan: C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 6-7)</p>		bersama dosen melalui MS Teams (20%)		golongan staf pekerja radiasi	
3	Sub-CPMK 2 Mahasiswa mampu menjelaskan	<p>Monitoring dosis personal</p> <p>a) Teori dan satuan</p>	Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan	Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca	Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)	Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip monitoring dosis personal	7,14%

	<p>prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C2)</p>	<p>b) Prasyarat layanan dosimetri personal</p> <p>c) Monitoring radiasi eksternal (seluruh tubuh) dengan TLD, OSL, film, elektronik</p> <p>d) Monitoring radiasi mata dan ekstremitas</p> <p>e) Monitoring radiasi internal</p> <p>Rujukan: C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 8)</p>	<p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>		<p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengklasifikasikan satuan dan besaran dosis radiasi personal, peralatan, dan kalibrasi dosimeter personal</p>	
4	<p>Sub-CPMK 2</p> <p>Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proteksi</p>	<p>Kendali substansi radioaktif di pelayanan kesehatan</p> <p>a) Penyimpanan dan penggunaan sumber radioaktif</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip kendali bahan radioaktif</p> <p>Indikator khusus:</p>	7,14%

	terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C2)	<ul style="list-style-type: none"> b) Limbah radioaktif c) Dampak lingkungan pembuangan limbah radioaktif d) Transportasi bahan radioaktif e) Pemberian material radioaktif medis f) Kecelakaan radiasi klinis <p>Rujukan: C. J. Martin and D. G. Sutton, Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 9-10)</p>	Waktu: 100 menit	Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)		Mahasiswa mampu mengklasifikasikan penanganan bahan radioaktif di institusi klinis	
5	Sub-CPMK 3 Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proteksi	Prinsip proteksi radiasi pada peralatan terapi non-pengion <ul style="list-style-type: none"> a) Efek biologis dan proteksi terhadap LASER 	Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan Sinkronus: Diskusi via MS Teams	Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)	Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)	Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip proteksi dari terapi dengan sumber radiasi non-pengion	7,14%

	terhadap radiasi non-pengion dalam pelayanan kesehatan. (C2)	<p>b) Efek biologis dan proteksi terhadap radiasi optik non-koheren</p> <p>c) Efek biologis dan proteksi terhadap medan elektromagnetik</p> <p>Rujukan: C. J. Martin and D. G. Sutton, Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 21-23)</p>	Waktu: 100 menit	Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)		Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi efek-efek radiasi serta batasannya untuk sumber radiasi terapi non-pengion	
6	Sub-CPMK 3 Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proteksi terhadap radiasi non-pengion dalam pelayanan	Prinsip proteksi radiasi pada peralatan diagnostik non-pengion a) Efek biologis dan proteksi pada <i>magnetic resonance imaging</i>	Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit	Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%) Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi	Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)	Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip proteksi dari sumber radiasi diagnostik non-pengion Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi efek-efek radiasi	7,14%

	kesehatan. (C2)	<p>b) Efek biologis dan proteksi pada ultrasonografi</p> <p>Rujukan: C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 24-25)</p>		bersama dosen melalui MS Teams (20%)		serta batasannya untuk sumber radiasi diagnostik non-pengion	
7	<p>Sub-CPMK 4</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>Perhitungan perisai dan dosimetri pasien di fasilitas radiologi diagnostik dan intervensional</p> <p>a) Metode perhitungan perisai radiasi untuk radiografi planar: radiografi umum, mobile, mammografi</p> <p>b) Metode perhitungan perisai radiasi untuk radiografi</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan <i>shielding</i> dasar</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan <i>shielding</i> radiasi radiografi umum, mobile, mammografi,</p>	7,14%

		<p>gigi, fluoroskopi konvensional dan intervensional</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 12 – 16)</p> <p>D. G. Sutton et al., Radiation Shielding for Diagnostic Radiology, London: The British Institute of Radiology, 2012</p>				<p>fluoroskopi, dan radiografi gigi, serta melakukan kalkulasi ketebalan dinding <i>shielding</i>.</p>	
8	<p>Sub-CPMK 4</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam</p>	<p>Perhitungan perisai dan dosimetri pasien di fasilitas radiologi diagnostik dan intervensional</p> <p>a) Metode perhitungan perisai radiasi</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik:</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan <i>shielding</i> lanjut dan dosimetri dasar</p> <p>Indikator khusus:</p>	7,14%

	<p>pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>untuk <i>Computed Tomography</i></p> <p>b) Konsep perhitungan dan pengukuran dosis pasien radiologi diagnostik</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 12 – 16)</p> <p>NCRP, Report No. 147 - <i>Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities</i>, Bethesda: NCRP, 2004</p>		<p>Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>		<p>Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan <i>shielding</i> radiasi CT dan estimasi dosis, serta melakukan kalkulasi ketebalan dinding <i>shielding</i>.</p>	
--	----------------------------------	--	--	--	--	--	--

9	<p>Sub-CPMK 4</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>Perhitungan perisai dan dosimetri pasien di fasilitas radioterapi</p> <p>a) Metode perhitungan perisai radiasi untuk Cobalt-60</p> <p>b) Metode perhitungan perisai radiasi untuk <i>linear accelerator</i></p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 19-20)</p> <p>NCRP, Report No. 151 - <i>Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy</i></p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan <i>shielding</i> radioterapi</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan <i>shielding</i> Co-60 dan linac, serta melakukan kalkulasi ketebalan dinding <i>shielding</i>.</p>	7,14%
---	--	--	--	---	--	---	-------

		Facilities, Bethesda: NCRP, 2005					
10	<p>Sub-CPMK 4</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>Perhitungan perisai dan dosimetri pasien di fasilitas radioterapi</p> <p>a) Metode perhitungan perisai radiasi untuk <i>brachytherapy</i></p> <p>b) Konsep perhitungan dan pengukuran dosis pasien radioterapi</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 19-20)</p> <p>P. H. McGinley, <i>Shielding Techniques</i></p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan <i>shielding</i> brakhiterapi dan konsep dosis pasien radioterapi</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan <i>shielding</i> brakhiterapi dan dosimteri pasien radioterapi, serta melakukan kalkulasi ketebalan dinding <i>shielding</i>.</p>	7,14%

		for Radiation Oncology Facilities, Madison: Medical Physics Publishing, 2002					
11	<p>Sub-CPMK 4</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>Perhitungan perisai dan dosimetri pasien di fasilitas kedokteran nuklir</p> <p>a) Metode perhitungan perisai radiasi untuk kamera gamma dan SPECT</p> <p>b) Metode perhitungan perisai radiasi untuk PET</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, Practical Radiation Protection in Healthcare, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 17)</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan <i>shielding</i> kedokteran nuklir</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan <i>shielding</i> kamera gamma, SPECT, dan PET, serta melakukan kalkulasi ketebalan dinding <i>shielding</i>.</p>	7,14%

12	<p>Sub-CPMK 4</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>Perhitungan perisai dan dosimetri pasien di fasilitas kedokteran nuklir</p> <p>a) Prinsip proteksi radiasi pada laboratorium radionuklida (<i>hot lab</i>)</p> <p>b) Konsep perhitungan dan pengukuran dosis internal pasien kedokteran Nuklir</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 18)</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan <i>shielding</i> ruangan persiapan kedokteran Nuklir dan dosimetri internal</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan <i>shielding hot lab</i> serta dosimetri internal (melakukan kalkulasi)</p>	7,14%
13	<p>Sub-CPMK 5</p> <p>Mahasiswa mampu</p>	<p>Perhitungan efek biologis pada</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep</p>	7,14%

	<p>menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi non-pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>peralatan terapi non-pengion</p> <p>a) Perhitungan <i>nominal ocular hazard distance</i> (NOHD) untuk LASER</p> <p>b) Perhitungan radians, fluks radians, dan intensitas radians pada radiasi optik non-koheren</p> <p>c) Dosimetri SAR dan medan elektromagnetik</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 21-23)</p>	<p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>		<p>perhitungan efek biologis peralatan terapi non-pengion</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan NOHD, fluks radians, dan SAR, serta melakukan kalkulasi</p>	
--	---	--	--	--	--	---	--

14	<p>Sub-CPMK 5</p> <p>Mahasiswa mampu menerapkan prinsip proteksi terhadap radiasi non-pengion dalam pelayanan kesehatan. (C3)</p>	<p>Perhitungan efek biologis pada peralatan diagnostik non-pengion</p> <p>a) Perhitungan SAR akibat RF pada <i>magnetic resonance imaging</i></p> <p>b) Perhitungan tekanan akustik pada ultrasonografi</p> <p>Rujukan:</p> <p>C. J. Martin and D. G. Sutton, <i>Practical Radiation Protection in Healthcare</i>, Oxford: Oxford University Press, 2015 (Bab 24-25)</p>	<p>Asinkronus: Video kuliah dan referensi di EMAS Waktu: 1 pekan</p> <p>Sinkronus: Diskusi via MS Teams Waktu: 100 menit</p>	<p>Orientasi: Mahasiswa menyaksikan video kuliah dan membaca literatur dalam EMAS (40%)</p> <p>Umpan balik: Mahasiswa melaporkan hasil diskusi bersama dosen melalui MS Teams (20%)</p>	<p>Latihan: Mahasiswa mendiskusikan kasus (40%)</p>	<p>Indikator umum: Mahasiswa mampu menguraikan prinsip konsep perhitungan efek biologis peralatan diagnostik non-pengion</p> <p>Indikator khusus: Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang terlibat dalam metode perhitungan tekanan akustik dan SAR, serta melakukan kalkulasi</p>	7,14%
----	--	---	--	---	--	--	-------

*) Mg: Minggu

RANCANGAN TUGAS DAN LATIHAN

Minggu Ke	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihasilkan
1	Essay	1	Menghimpun dan merangkum peraturan tentang proteksi radiasi di Indonesia dan membandingkan dengan regulasi/rekomendasi internasional	Regulasi proteksi radiasi pemanfaatan Nuklir di Indonesia dan internasional	Tugas pribadi	1 minggu	Essay (diunggah di EMAS)
2	Makalah	2, 3	Membuat rangkuman prinsip dan teori proteksi radiasi pengion dan non-pengion	prinsip dan teori proteksi radiasi pengion dan non-pengion (radiologi diagnostik, radioterapi, dan kedokteran nuklir)	Tugas kelompok	5 minggu	Makalah (diunggah di EMAS)

8	Latihan 1	4	Mengerjakan soal perhitungan <i>shielding</i> radiologi diagnostik di NCRP Report 147	Soal pada NCRP Report 147	Tugas pribadi	1 minggu	Hasil perhitungan (diunggah di EMAS)
10	Latihan 2	4	Mengerjakan soal perhitungan <i>shielding</i> radioterapi di NCRP Report 151	Soal pada NCRP Report 151	Tugas pribadi	1 minggu	Hasil perhitungan (diunggah di EMAS)
12	Latihan 3	4	Mengerjakan soal perhitungan <i>shielding</i> kedokteran nuklir pada AAPM TG 108	Soal kasus diberikan dosen	Tugas pribadi	1 minggu	Hasil perhitungan (diunggah di EMAS)

13	Latihan 4	5	Mengerjakan soal perhitungan kuantitas risiko pada buku Martin & Sutton (bab 21-25)	Soal bab 21-25 (buku Martin dan Sutton)	Tugas pribadi	1 minggu	Hasil perhitungan (diunggah di EMAS)
----	-----------	---	---	---	---------------	----------	--------------------------------------

KRITERIA, INDIKATOR & BOBOT PENILAIAN (EVALUASI HASIL PEMBELAJARAN)

Pada bagian ini dituliskan

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen/ Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
Essay	1	Borang penilaian melalui EMAS (Rubrik 1)	1x	20%
Makalah	2, 3	Borang penilaian melalui EMAS (Rubrik 2)	1x	20%
Tugas latihan	4, 5	Borang penilaian melalui EMAS (Rubrik 3)	4x	20%
UTS	1, 2, 3	<i>Take home test</i> via EMAS (Rubrik 4)	1x	20%
UAS	4, 5	<i>Take home test</i> via EMAS (Rubrik 4)	1x	20%
Total				100%

Rubrik Penilaian:

Rubrik ini digunakan sebagai pedoman untuk menilai atau memberi tingkatan dari hasil kinerja mahasiswa. rubrik biasanya terdiri dari kriteria penilaian yang mencakup dimensi/aspek yang dinilai berdasarkan indikator capaian pembelajaran. Rubrik penilaian ini berguna untuk memperjelas dasar dan aspek penilaian sehingga mahasiswa dan dosen bisa berpedoman pada hal yang sama mengenai tuntutan kinerja yang diharapkan. Dosen dapat memilih jenis rubrik yang sesuai dengan asesmen yang diberikan.

Nilai Angka	Nilai Huruf	Bobot
85-100	A	4,00
80—<85	A-	3,70
75—<80	B+	3,30
70—<75	B	3,00
65—<70	B-	2,70
60—<65	C+	2,30
55—<60	C	2,00
40—<55	D	1,00
<40	E	0,00

Rubrik 1 (penilaian Essay)

Aspek	Skor	Indikator
Kelengkapan	3	Mencakup rekomendasi IAEA, ICRP, UNSCEAR, dan regulasi dari UU dan BAPETEN RI
	2	Mencakup regulasi UU dan BAPETEN RI
	1	Mencakup peraturan BAPETEN atau UU saja
Pembahasan	4	Merangkum rekomendasi-rekomendasi internasional hingga penerapannya di peraturan nasional (asal turunan UU Ketenaganukliran dan peraturan BAPETEN)
	3	Merangkum isi rekomendasi dan/atau regulasi tanpa interkoneksi di antaranya
	2	Membahas lingkup isi rekomendasi dan/atau regulasi
	1	Menyebutkan garis besar rekomendasi dan/atau regulasi
Sistematika	3	Terdiri dari halaman judul, bagian pendahuluan, isi, dan penutup (kesimpulan)
	2	Terdiri dari halaman judul dan bagian isi
	1	Hanya terdapat isi (pembahasan)

Rubrik 2 (penilaian Makalah)

Aspek	Skor	Indikator
Kelengkapan	3	Mencakup ketiga bidang penggunaan radiasi pengion dan non-pengion di klinis (RT, RDI, KN)
	2	Mencakup 2 dari 3 bidang penggunaan radiasi pengion dan non-pengion di klinis
	2	Mencakup 2 dari 3 bidang penggunaan radiasi pengion atau non-pengion di klinis
	1	Mencakup 1 dari 3 bidang penggunaan radiasi pengion dan non-pengion di klinis
	1	Mencakup 1 dari 3 bidang penggunaan radiasi pengion atau non-pengion di klinis
Pembahasan	4	Mencakup 4 aspek, yakni: lingkup sumber radiasi (modalitas), peraturan yang terkait, teori kuantitas efek radiasi, perhitungan kuantitas efek radiasi
	3	Mencakup 3 dari 4 aspek
	2	Mencakup 2 dari 4 aspek
	1	Mencakup 1 dari 4 aspek
Sistematika	3	Terdiri dari halaman judul, bagian pendahuluan, isi, dan penutup (kesimpulan)
	2	Terdiri dari halaman judul dan bagian isi
	1	Hanya terdapat isi (pembahasan)

Rubrik 3 (penilaian Latihan)

Aspek	Skor	Indikator
Kualitas jawaban	5	Perhitungan runut, disertai penjelasan setiap langkah, ketelitian terjaga, jawaban benar
	4	Perhitungan runut, ketelitian terjaga, jawaban benar
	4	Perhitungan runut, disertai penjelasan setiap langkah, jawaban benar
	3	Perhitungan runit, jawaban benar
	2	Ketelitian terjaga, jawaban benar
	1	Jawaban benar
Kerapian	5	Tulisan terbaca jelas, mudah dipahami, disertai ilustrasi, dan menarik
	4	Tulisan terbaca jelas, mudah dipahami, disertai ilustrasi
	3	Tulisan terbaca jelas, mudah dipahami
	2	Tulisan terbaca jelas
	1	Tulisan tidak terbaca